



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103015955 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201210587439.X

(22) 申请日 2012.12.28

(73) 专利权人 中国石油集团渤海钻探工程有限公司

地址 300457 天津市滨海新区开发区黄海路106号渤海钻探工程有限公司科技开发处

(72) 发明人 李军 冯强 李飞 王瑶 党伟 李洪俊 何志勇 牛增前

(74) 专利代理机构 天津才智专利商标代理有限公司 12108

代理人 王颢

(51) Int. Cl.

E21B 43/26(2006.01)

(56) 对比文件

CN 201593405 U, 2010.09.29, 说明书4-5段及其附图.

W0 2012107731 A2, 2012.08.16, 说明书1-3、31、48-56段, 说明书附图1-8.

US 4099563 A, 1978.07.11, 全文.

DE 3344480 A1, 1985.06.20, 全文.

NO 317685 B1, 2004.12.06, 全文.

CN 101560877 A, 2009.10.21, 全文.

CN 1300340 A, 2001.06.20, 全文.

审查员 王明辰

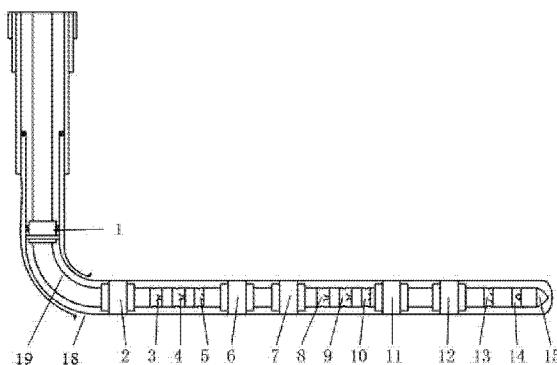
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

裸眼水平井多簇滑套分段压裂方法

(57) 摘要

本发明公开了一种裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱及其压裂方法,是在目前成熟的裸眼水平井分段压裂工艺技术基础上,引入投球开启式多簇滑套,主要的做法是在每个封隔段内安装几组多簇滑套,安装完成后,通过投放一个球,在一个封隔段内可以逐级打开几组多簇压裂滑套,同时与标准的投球开启式滑套配合使用达到隔离各压裂段的目的。这种新工艺能够在每一封隔段内形成几条主裂缝,对储层改造力度大,同时扩大了泄流体积,解决了目前裸眼水平井分段压裂中每一封隔段内安装一个滑套只形成一条主裂缝的不足,大大提高了压裂效果,同时也能最大程度的提高油气井的产量。



1. 一种裸眼水平井多簇滑套分段压裂方法,其中该方法所使用的裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱包括套管(18)、布置在套管(18)内部的油管(19)、悬挂器(1)、设置在油管(19)上的若干个裸眼封隔器(2、6、7、11、12)、若干个标准投球开启式滑套(5、10)、压力开启式滑套(13)、座封球座(14)、浮鞋(15)、用于将油管(19)固定在套管(18)内的水力锚(16)以及插入密封(17),其特征在于:每两个所述裸眼封隔器构成有一个封隔段(Ⅱ、Ⅲ),其中所述套管(18)内最后一个裸眼封隔器(12)与套管(18)尾端构成第一封隔段(Ⅰ),其他封隔段(Ⅱ、Ⅲ)内设有若干个投球开启式多簇滑套(3、4、8、9),其他封隔段(Ⅱ、Ⅲ)内且位于该封隔段内(Ⅱ、Ⅲ)最后一个投球开启式多簇滑套(4、9)的后部均设有一所述标准投球开启式滑套(5、10),所述压力开启式滑套(13)、座封球座(14)以及浮鞋(15)依次设置在油管(19)内尾部;

所述投球开启式多簇滑套包括外筒(101),所述外筒(101)上端形成有内螺纹,下端形成有外螺纹,该外筒(101)外壁上部周向均布有多个排液孔(109),还包括内滑套(108)、组合球座(112)、导向器(110)、扩张器(117)、上压盖(102)、下压盖(116)以及球(111),所述内滑套(108)通过剪钉(107)安装在外筒(101)内壁,该内滑套(108)中部周向均布有多个方孔,每个所述方孔中对应安装有一球座体(115),每个所述球座体(115)对合构成所述组合球座(112),所述组合球座(112)内壁上部形成有短斜面,下部形成有长斜面,所述组合球座(112)上端设有导向器(110),下端设有扩张器(117),所述导向器(110)为一环形体且其内壁形成有一用于将球(111)导向组合球座(112)短斜面处的环形斜面,所述导向器(110)上端设有上压盖(102),所述上压盖(102)螺纹连接在内滑套(108)内壁上部,该上压盖(102)一端顶在导向器(110)的上端并将导向器(110)压紧在组合球座(112)上,所述扩张器(117)外壁上部形成有一环形的前端斜面,下部与下压盖(116)内壁贴合,所述前端斜面与长斜面贴合,所述下压盖(116)螺纹连接在内滑套(108)内壁下部,该下压盖(116)与扩张器(117)之间设有一弹簧(114),所述外筒(101)内壁上且位于组合球座(112)下方形成有一与组合球座(112)相匹配的环形开启槽(113);每个所述排液孔(109)中均设有一暂堵片(106),且每个所述暂堵片(106)均由一暂堵压盖(105)压紧在排液孔(109)中;所述排液孔(109)上端且位于内滑套(108)与外筒(101)内壁之间、剪钉(107)下端且位于内滑套(108)与外筒(101)内壁之间以及导向器(110)与内滑套(108)之间均设有密封圈(103);所述内滑套(108)上、下端均设有一紧定螺钉(104),两个所述紧定螺钉(104)均穿过内滑套(108)分别顶在上、下压盖(102、116)的螺纹面上;

通过该裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱实现的压裂方法,其包括如下步骤:

1) 裸眼段完钻后,经过通井、刮削、模拟管柱通井工序,保证井眼光滑,为下入完井管柱做好井筒准备;

2) 按照施工管柱设计用钻杆下入完井管柱;

3) 用KCl水溶液顶替井筒内全部泥浆至泥浆罐,直到进出口水溶液性能一致;

4) 替完泥浆后,投低密度座封球至座封球座(14)处,用水泥车泵送球到位,钻杆内加压座封裸眼封隔器(2、6、7、11、12)和悬挂器(1);

5) 座封完成后,钻杆内继续升高压力,丢开悬挂器(1),上提钻杆,钻杆内打压,检验悬挂器(1)的密封性,稳压,压降合格后,起出钻杆;

6) 下插入密封装置,回接油管至井口,完成压裂施工管柱,并进行回接管柱的验封;

7) 验封合格后,套管(18)不泄压,油管(19)内加压打开压力开启式滑套(13),安装压裂井口,等待压裂;

8) 压裂车组摆放、连接完成后,地面高压管线试压,合格后方可进行压裂施工;

9) 开始进行第一封隔段第 I 段压裂施工时,套管(18)先打平衡压力,随着第一封隔段第 I 段施工压力的升高,平衡压力随之升高,但不得超过 30MPa;

10) 按照压裂泵注程序进行第一封隔段第 I 段压裂施工,第一封隔段第 I 段加砂完成后待砂浓度降至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 后,送球泵车开始打压,从旋塞阀投入其他封隔段第 II 段滑套打开所需的球,关闭旋塞阀,送球泵车停泵,检查球是否投出,当支撑剂顶替到位后排量由 $2\text{--}3\text{m}^3/\text{min}$ 降至 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 并在此时泵送球,待球落入投球开启式多簇滑套(8)内的球座后,加压打开第一级投球开启式多簇滑套(8),在打开第一级投球开启式多簇滑套(8)的同时,球能够通过第一级投球开启式多簇滑套(8)内的组合球座到达第二级投球开启式多簇滑套(9)内,同样加压后打开第二级投球开启式多簇滑套(9),球通过第二级投球开启式多簇滑套(9)内的组合球座后到达标准投球开启式滑套(10)的球座,继续升高压力打开标准投球开启式滑套(10)和投球开启式多簇滑套(8、9)排液孔处的暂堵片,进行其他封隔段第 II 段的多簇压裂施工;

11) 应用同样的施工方法,完成其他封隔段第 III 段、第 IV 及后续层段的多簇压裂施工;

12) 压裂施工完成后,关井压力扩散,随后开始防喷排液。

裸眼水平井多簇滑套分段压裂方法

技术领域

[0001] 本发明属于裸眼水平井分段压裂技术领域,具体涉及一种裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱及其压裂方法。

背景技术

[0002] 目前的裸眼水平井分段压裂技术是将完井技术和压裂技术有机的结合起来,形成一趟管柱实现完井与压裂改造两种工艺,入井管柱既作为完井管柱,同时也作为压裂管柱,减少了施工成本,不进行三开固井及射孔作业,极大的提高了完井作业时间,并且三开不进行固井作业,避免了水平井固井质量差的问题。裸眼水平井分段压裂技术配套管柱结构为采用悬挂器来悬挂裸眼封隔器、压力开启式滑套、投球开启式滑套等工具下入井内,使用裸眼封隔器封隔水平段,实现压裂作业井段横向选择性分段隔离,同时应用开启式滑套建立井筒与储层的联通,根据压裂段数目进行分段压裂,可以实现全井段完全压裂作业。而目前裸眼水平井分段压裂中每一封隔段内只安装一个滑套,在压裂施工中可能只形成一条主裂缝,大大限制了储层改造的效果。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱及其压裂方法,在压裂过程中能够通过形成多裂缝系统,达到油气高效开采的目的。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱包括 套管、布置在套管内部的油管、悬挂器、设置在油管上的若干个裸眼封隔器、若干个标准投球开启式滑套、压力开启式滑套、座封球座、浮鞋、用于将油管固定在套管内的水力锚以及插入密封,每两个所述裸眼封隔器构成有一个封隔段,其中所述套管内最后一个裸眼封隔器与套管尾端构成第一封隔段,每个所述封隔段内设有若干个投球开启式多簇滑套,每个所述封隔段内且位于该封隔段内最后一个投球开启式多簇滑套的后部均设有一标准投球开启式滑套,所述压力开启式滑套、座封球座以及浮鞋依次设置在油管内尾部。

[0005] 一种通过上述裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱实现的压裂方法,其包括如下步骤:

[0006] 1) 裸眼段完钻后,经过通井、刮削、模拟管柱通井等工序,保证井眼光滑,为下入完井管柱做好井筒准备;

[0007] 2) 按照施工管柱设计用钻杆下入完井管柱;

[0008] 3) 用 KCL 水溶液顶替井筒内全部泥浆至泥浆罐,直到进出口水溶液性能一致;

[0009] 4) 替完泥浆后,投低密度座封球至座封球座处,用水泥车泵送球到位,钻杆内加压座封裸眼封隔器和悬挂器;

[0010] 5) 座封完成后,钻杆内继续升高压力,丢开悬挂器,上提钻杆,钻杆内打压,检验悬挂器 1 的密封性,稳压,压降合格后,起出钻杆;

[0011] 6) 下插入密封装置,回接油管至井口,完成压裂施工管柱,并进行回接管柱的验

封；

[0012] 7) 验封合格后,套管不泄压,油管内加压打开压力开启式滑套,安装压裂井口,等待压裂；

[0013] 8) 压裂车组摆放、连接完成后,地面高压管线试压,合格后方可进行压裂施工；

[0014] 9) 开始进行第 I 段压裂施工时,套管先打平衡压力 15MPa,随着第 I 段施工压力的升高,平衡压力随之升高,但不得超过 30MPa；

[0015] 10) 按照压裂泵注程序进行第 I 段压裂施工,第 I 段加砂完成后待砂浓度降至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 后,送球泵车开始打压,从旋塞阀投入第 II 段滑套打开所需的球,关闭旋塞阀,送球泵车停泵,检查球是否投出。当支撑剂顶替到位前 $2\text{--}3\text{m}^3$ 时降排量至 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 泵送球,待球落入投球开启式多簇滑套内的组合球座后,加压打开第一级投球开启式多簇滑套,由于投球开启式多簇滑套排液孔采用了暂堵片设计,同时组合球座采用了变径式设计,因此在打开第一级投球开启式多簇滑套的同时,球可以通过第一级投球开启式多簇滑套内的组合球座到达第二级投球开启式多簇滑套内,同样加压后打开第二级投球开启式多簇滑套,球通过第二级投球开启式多簇滑套内的组合球座后到达标准投球开启式滑套的球座,继续升高压力打开标准投球开启式滑套和投球开启式多簇滑套排液孔处的暂堵片,进行第 II 段的多簇压裂施工；

[0016] 11) 应用同样的施工方法,完成第 III 段、第 IV 及后续层段的多簇压裂施工；

[0017] 12) 压裂施工完成后,关井压力扩散,随后开始防喷排液。

[0018] 采用这样的结构和工艺方法,本发明能够在每一封隔段内形成几条主裂缝,对储层改造力度大,同时扩大了泄流体积,解决了目前裸眼水平井分段压裂中每一封隔段内安装一个滑套只形成一条主裂缝的不足,大大提高了压裂效果,同时也能最大程度的提高油气井的产量。

附图说明

[0019] 图 1 为裸眼水平井多簇滑套分段压裂完井管柱图；

[0020] 图 2 为裸眼水平井多簇滑套分段压裂施工管柱图；

[0021] 图 3 为裸眼水平井多簇滑套第 I 封隔段压裂施工简图；

[0022] 图 4 为裸眼水平井多簇滑套第 II 封隔段压裂施工简图；

[0023] 图 5 为裸眼水平井多簇滑套第 III 封隔段压裂施工简图；

[0024] 图 6 是投球开启式多簇滑套的结构剖图；

[0025] 图 7 是图 6 在投球开启式多簇滑套处于闭合状态下 A-A 向的剖视图；

[0026] 图 8 是图 6 在投球开启式多簇滑套处于开启状态下 A-A 向的剖视图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明；

[0028] 参见图 1 和图 2,本发明的裸眼水平井多簇滑套分段压裂管柱包括套管 18、布置在套管 18 内部的油管 19、悬挂器 1、设置在油管 19 上的若干个裸眼封隔器 2、6、7、11、12、若干个标准投球开启式滑套 5、10、压力开启式滑套 13、座封球座 14、浮鞋 15、用于将油管 19 固定在套管 18 内的水力锚 16 以及插入密封 17,其特征在于:每两个所述裸眼封隔器构成有

一个封隔段 II、III,其中所述套管 18 内最后一个裸眼封隔器 12 与套管 18 尾端构成第一封隔段 I,每个所述封隔段 II、III内设有若干个投球开启式多簇滑套 3、4、8、9,每个所述封隔段 II、III内且位于该封隔段内 II、III最后一个投球开启式多簇滑套 4、9 的后部均设有一标准投球开启式滑套 5、10,所述压力开启式滑套 13、座封球座 14 以及浮鞋 15 依次设置在油管 19 内尾部。

[0029] 参见图 6 至图 8,所述投球开启式多簇滑套包括包括外筒 101,所述外筒 101 上端形成有内螺纹,下端形成有外螺纹,该外筒 101 外壁上部周向均布有多个排液孔 109,其特征在于:还包括内滑套 108、组合球座 112、导向器 110、扩张器 117、上压盖 102、下压盖 116 以及球 111,所述内滑套 108 通过剪钉 107 安装在外筒 101 内壁,该内滑套 108 中部周向均布有多个方孔,每个所述方孔中对应安装有一球座体 115,每个所述球座体 115 对合构成所述组合球座 112,所述组合球座 112 内壁上部形成有短斜面,下部形成有长斜面,所述组合球座 112 上端设有导向器 110,下端设有扩张器 117,所述导向器 110 为一环形体且其内壁形成有一用于将球 111 导向组合球座 112 短斜面处的环形斜面,所述导向器 110 上端设有上压盖 102,所述上压盖 102 螺纹连接在内滑套 108 内壁上部,该上压盖 102 一端顶在导向器 110 的上端并将导向器 110 压紧在组合球座 112 上,所述扩张器 117 外壁上部形成有一环形的前端斜面,下部与下压盖 116 内壁贴合,所述前端斜面与长斜面贴合,所述下压盖 116 螺纹连接在内滑套 108 内壁下部,该下压盖 116 与扩张器 117 之间设有一弹簧 114,所述外筒 101 内壁上且位于组合球座 112 下方形成有一与组合球座 112 相匹配的环形开启槽 113。每个所述排液孔 109 中均设有一暂堵片 106,且每个所述暂堵片 106 均由一暂堵压盖 105 压紧在排液孔 109 中。所述排液孔 109 上端且位于内滑套 108 与外筒 101 内壁之间、剪钉 107 下端且位于内滑套 108 与外筒 101 内壁之间以及导向器 110 与内滑套 108 之间均设有密封圈 103。所述内滑套 108 上、下端均设有一紧定螺钉 104,两个所述紧定螺钉 104 均穿过内滑套 108 分别顶在上、下压盖 102、116 的螺纹面上。

[0030] 该投球开启式多簇滑套(本段以下简称多簇滑套)通过投入球 111 并提高工具内部液体压力来进行操作。当发明处于初始关闭状态时,将球 111 由工具上段投入,其沿着导向器 110 的环形斜面落在组合球座 112 的短斜面上,从而使 得该多簇滑套内部上下段隔开。随着液体持续进入该多簇滑套上部,球 111 受到的推力逐渐增大。当推力超出剪钉 107 的断裂极限时,均布的剪钉 107 全部被剪断,内滑套 108 及安装在其上的各部件在球 111 的推动下整体移向外筒 101 的下部。随着内滑套 108 的相对移动,内滑套 108 上部的一对密封圈 103 移过外筒 101 上的排液孔 109,暂堵片 106 与多簇滑套内上部液体连通。当组合球座 112 运动到外筒 101 的开启槽 113 位置时,组合球座 112 在扩张器 117 的推动下径向扩张进入到开启槽 113 内,组合球座 112 组成的内孔孔径变大,如图 8 所示。随着组合球座 112 的扩张,原本受孔径限制的球 111 被释放,并随着液体流向外筒 101 的下部,最终进入下端工具。当准备实施压裂操作时,多簇滑套内部液体的压力逐渐升高,当升高到暂堵片 106 的承压极限时,外筒 101 上的各暂堵片 106 破裂,多簇滑套内部和外部实现连通,多簇滑套完全开启。

[0031] 本发明裸眼水平井多簇滑套分段压裂技术实施分为两个阶段:第一阶下入完井与压裂管柱;第二阶段进行多簇滑套分段压裂。下面以 7" 套管内悬挂完井管柱进入 6" 裸眼段,分三段进行多簇滑套压裂为例,说明一下具体的实施步骤:

[0032] 1、用钻头通井至人工井底，通井管串结构：6"（152.4mm）牙轮钻头 + 扶正器 + 31/2" 加重钻杆 1 根 + 扶正器 + 31/2" 加重钻杆 + 31/2" 斜坡钻杆至井口，用钻井泥浆循环，直到进出口泥浆性能一致，保证井眼光滑；

[0033] 2、用套管刮管器组合通井规一趟管柱完成刮削、通井 7" 套管，在悬挂器 1 位置反复刮削 3 遍，管串结构为： Φ 150mm 通井规 + 31/2" 斜坡钻杆 1 根 + 7" 套管刮管器 + 31/2" 斜坡钻杆至井口，刮削、通井管柱下到套管鞋以上 10m 位置后，开始进行泥浆循环，直到进出口泥浆性能一致，循环泥浆时必须过筛滤掉可能存在的颗粒状杂质；

[0034] 3、用模拟管柱通井

[0035] 第一次模拟管柱通井：6"（152.4mm）牙轮钻头 + 31/2" 斜坡钻杆 1 根 + 磨鞋 1 个 + 31/2" 斜坡钻杆 + 31/2" 加重钻杆 + 31/2" 斜坡钻杆至井口。通井到人工井底后，上提 2m，用原钻井泥浆循环，直到进出口泥浆性能一致，循环时必须过筛滤掉可能存在的颗粒状杂质，循环排量不少于正常钻井时的排量，保证井底干净、无沉砂；

[0036] 第二次模拟管柱通井：6"（152.4mm）牙轮钻头 + 31/2" 斜坡钻杆 1 根 + 磨鞋 1 个 + 31/2" 斜坡钻杆 1 根 + 磨鞋 1 个 + 31/2" 斜坡钻杆 + 31/2" 加重钻杆 + 31/2" 斜坡钻杆至井口。通井到人工井底后，上提 2m，用原钻井泥浆循环，直到进出口泥浆性能一致，循环时必须过筛滤掉可能存在的颗粒状杂质，循环排量不少于正常钻井时的排量，保证井底干净、无沉砂；

[0037] 4、按图 1 所示连接并下入完井管柱：浮鞋 15+ 加长接头 + 座封球座 14+31/2" 油管 + 压力开启式滑套 13+31/2" 油管 + 裸眼封隔器 12+31/2" 油管 + 裸眼封隔器 11+31/2" 油管 + 标准投球开启式滑套 10+31/2" 油管 + 投球开启式多簇滑套 9+31/2" 油管 + 投球开启式多簇滑套 8+31/2" 油管 + 裸眼封隔器 7+31/2" 油管 + 裸眼封隔器 6+31/2" 油管 + 标准投球开启式滑套 5+31/2" 油管 + 投球开启式多簇滑套 4+31/2" 油管 + 投球开启式多簇滑套 3+31/2" 油管 + 裸眼封隔器 2+31/2" 油管 + 7" 悬挂器 1+ 转换接头 + 31/2" 钻杆至井口；

[0038] 5、连接正注管线，地面管线试压到 30MPa，管柱压重 10t，用 2%KCl 水溶液顶替井筒内全部泥浆至泥浆罐，直到进出口水溶液性能一致；

[0039] 6、替完泥浆后，投低密度座封球至座封球座 14 处，用 700 型水泥车以 0.5 ~ 0.6m³/min 排量泵送球到位，钻杆内加压座封裸眼封隔器 2、6、7、11、12 和悬挂器 1；

[0040] 7、钻杆内继续升高压力，丢开悬挂器 1，上提钻杆 10m，钻杆内打压 15MPa，检验悬挂器 1 的密封性，稳压 5min，压降不超过 0.5MPa 为合格，起出钻杆；

[0041] 8、按照图 2 所示下入回接管柱：插入密封 17+ 水力锚 16+27/8" 油管 + 31/2" 油管 + 油补距 + 油管挂，并安装采气树，在井口四个方向加绷绳固定；

[0042] 9、连接地面管线，管线试压 45MPa，10min 压力下降不超过 0.5MPa 为合格，套管与油管的环空试压 20MPa，稳压 15min，压降不超过 0.5MPa 为插入管密封合格；

[0043] 10、套管与油管的环空不泄压，油管打压直至压力开启式滑套 13 打开，关井等待压裂施工；

[0044] 11、压裂车组摆放、连接完成后，地面高压管线、平衡管线试压，合格后方可进行压裂施工；

[0045] 12、如照图 3 所示，按照压裂泵注程序进行第 I 段压裂施工，施工开始前套管先打

平衡压力 15MPa, 随着第 I 段施工压力的升高, 平衡压力随之升高, 但不得超过 30MPa;

[0046] 13、第 I 段加砂完成后, 待砂浓度降至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 后, 送球泵车打压, 从旋塞阀投入第 II 段滑套 8、9、10 打开所需的球, 关闭旋塞阀, 送球泵车停泵, 检查球是否投出。当支撑剂顶替到位前 $2\text{--}3\text{m}^3$ 时降排量至 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 泵送球, 待球落入投球开启式多簇滑套 8 内的球座后, 加压打开投球开启式多簇滑套 8 的内滑套, 由于多簇滑套排液孔采用了暂堵片设计, 同时组合球座采用了变径式设计, 因此在打开投球开启式多簇滑套 8 的同时, 球可以通过投球开启式多簇滑套 8 的组合球座到达投球开启式多簇滑套 9 内, 同样加压后打开投球开启式多簇滑套 9, 球通过投球开启式多簇滑套 9 内的组合球座后到达标准投球开启式滑套 10 内的球座, 继续升高压力同时打开标准投球开启式滑套 10 和投球开启式多簇滑套 8、9 排液孔处的暂堵片, 同时标准投球开启式滑套 10 处的球起到隔离已压裂完的第 I 段的作用, 按照压裂泵注程序进行第 II 段多簇压裂施工, 整个施工过程如图 4 所示;

[0047] 14、第 II 段压裂加砂完成后, 待砂浓度降至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 后, 送球泵车打压, 从旋塞阀投入第 III 段滑套 3、4、5 打开所需的球, 关闭旋塞阀, 送球泵车停泵, 检查球是否投出。当支撑剂顶替到位前 $2\text{--}3\text{m}^3$ 时降排量至 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 泵送球, 待球落入投球开启式多簇滑套 3 内的球座后, 加压打开投球开启式多簇滑套 3 的滑套, 由于投球开启式多簇滑套排液孔采用了暂堵片设计, 同时球座采用了变径式设计, 因此在打开投球开启式多簇滑套 3 的同时, 球可以通过投球开启式多簇滑套 3 的球座到达投球开启式多簇滑套 4 内, 同样加压后打开投球开启式多簇滑套 4, 球通过投球开启式多簇滑套 4 内的球座后到达标准投球开启式滑套 5 内的球座, 继续升高压力同时打开标准投球开启式滑套 5 和投球开启式多簇滑套 3、4 排液孔处的暂堵片, 同时标准投球开启式滑套 5 处的球起到隔离已压裂完的第 II 段的作用, 按照压裂泵注程序进行第 III 段多簇压裂施工, 整个施工过程如图 5 所示;

[0048] 15、第 III 段压裂施工完成后, 关井压力扩散, 随后开始防喷排液。

[0049] 综上所述, 本发明的内容并不局限在上述的实施例中, 本领域的技术人员可以在本发明的技术指导思想之内提出其他的实施例, 但这种实施例都包括在本发明的范围之内。

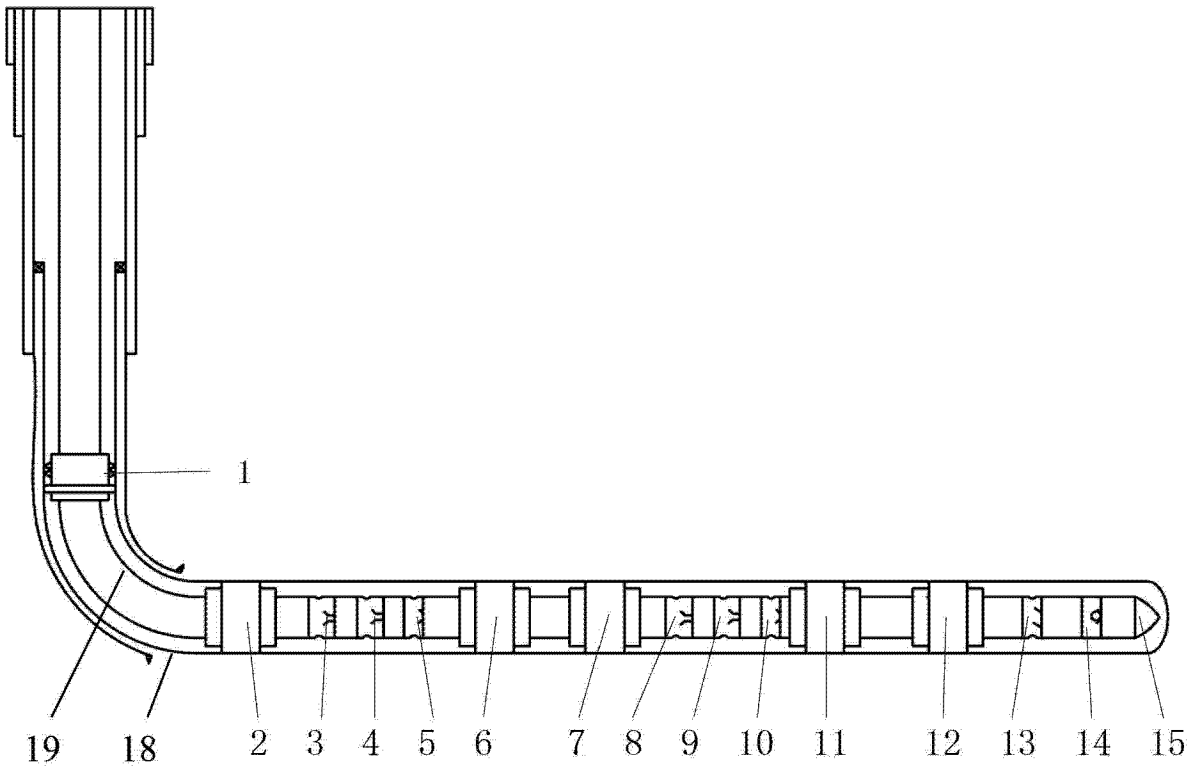


图 1

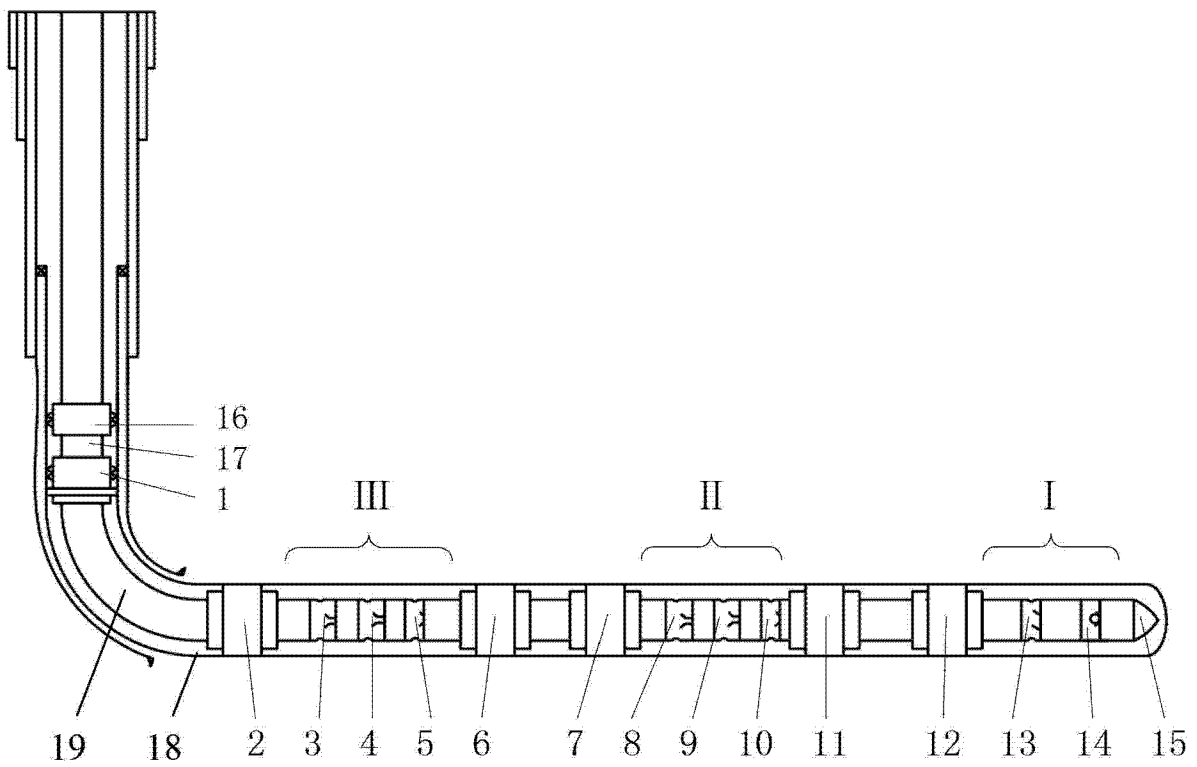


图 2

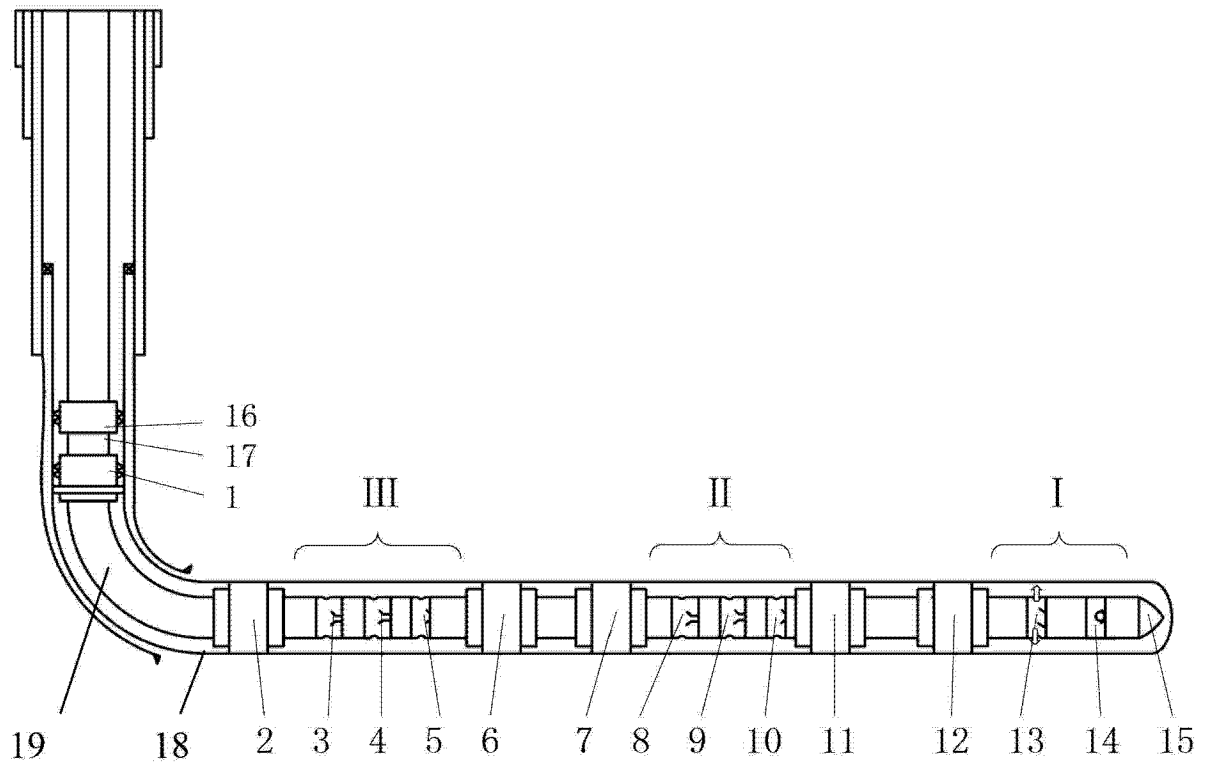


图 3

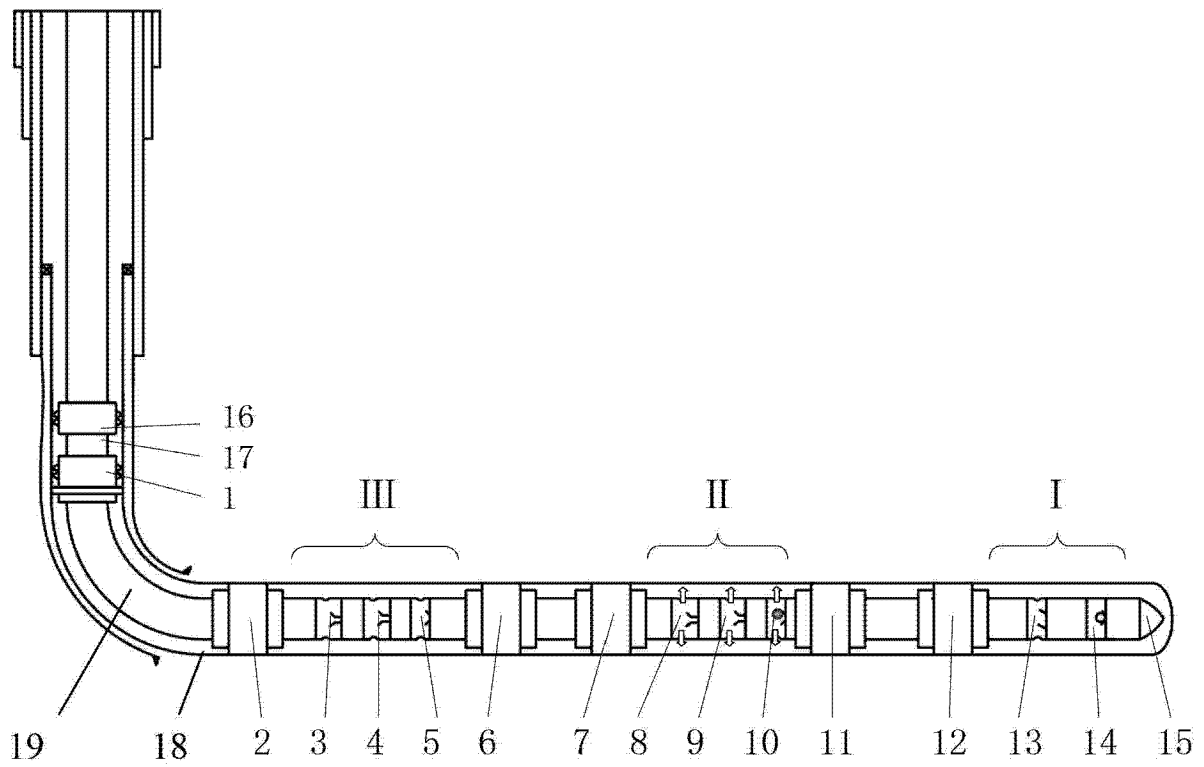


图 4

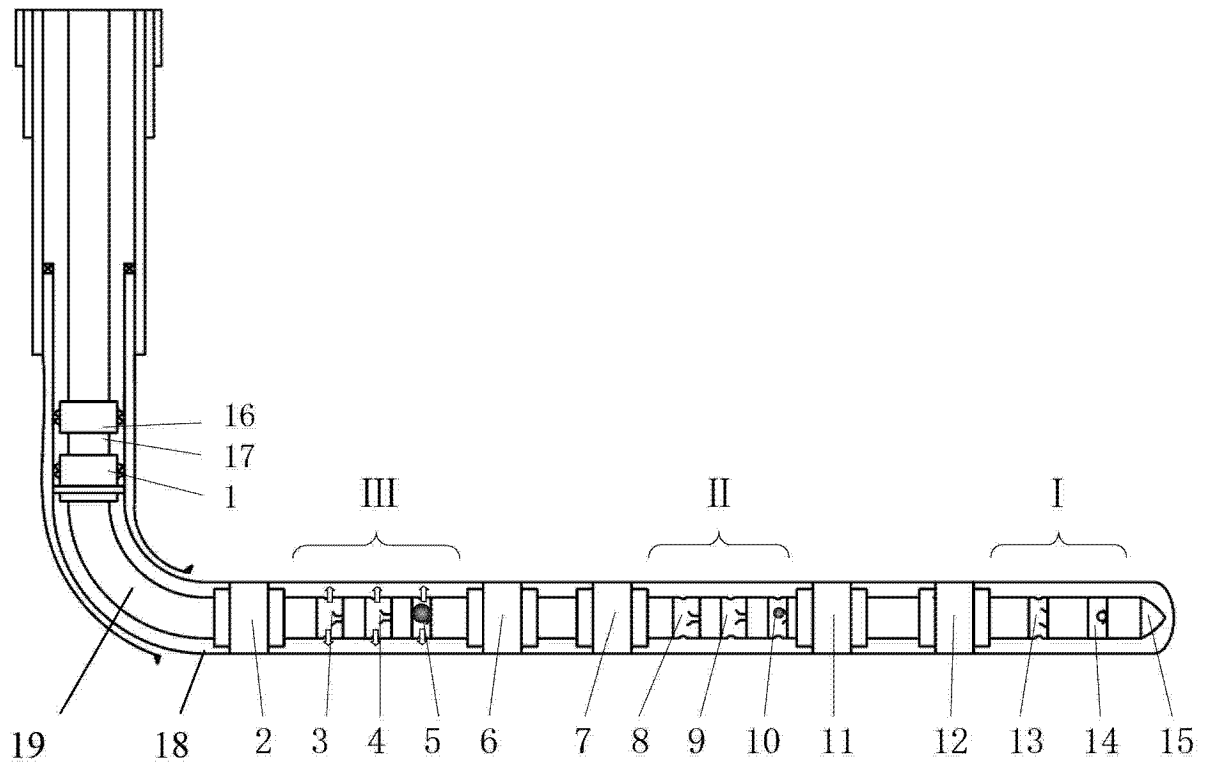


图 5

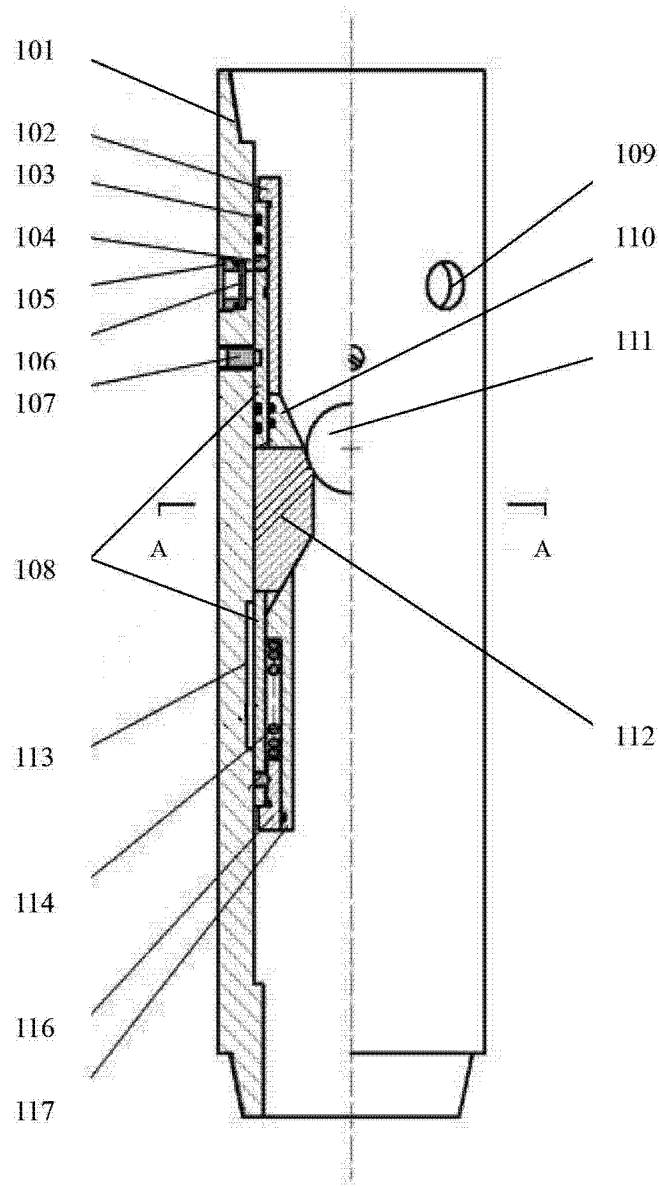


图 6

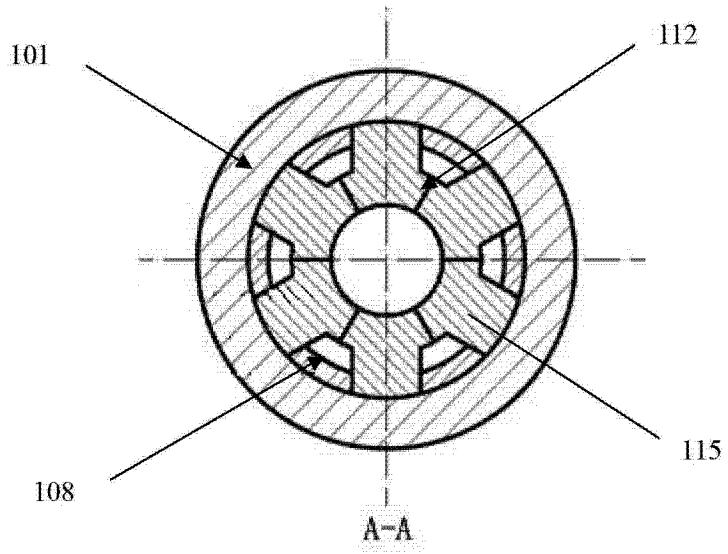


图 7

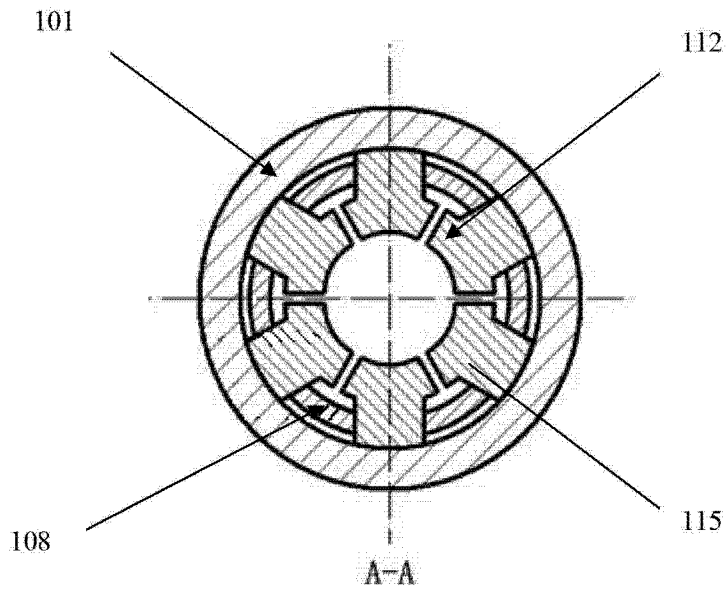


图 8